

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

**PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL  
DARI MINYAK JARAK PAGAR DAN METANOL  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik Strata Satu  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta



Oleh:

**Endah Lestari**

**D 500 070 019**

Dosen Pembimbing:

M. Mujiburohman ST., MT., PhD.

Eni Budiyati ST., M.Eng

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

Nama : Endah Lestari  
NIM : D 500 070 019  
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dan  
Metanol Kapasitas 15.000 Ton/Tahun  
Dosen Pembimbing : 1. M. Mujiburohman ST., MT., PhD.  
2. Eni Budiati, ST., M.Eng

Surakarta, Maret 2012

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

M. Mujiburohman ST., MT., PhD.  
NIK. 794

Eni Budiati, ST., M.Eng  
NIK. 991

Mengetahui,

Dekan,

Ketua Jurusan

Ir. Agus Riyanto, MT.  
NIK. 483

Ir. H. Haryanto A.R., MS.  
NIP. 196 307 051 990 031 002

## INTISARI

Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dan akan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Namun laju konsumsi BBM tersebut diperparah dengan semakin menurunnya produksi minyak bumi dalam negeri. Sebuah fakta menyatakan bahwa Indonesia telah menjadi net importir minyak dari tahun 2005. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini juga memberikan dampak yang besar bagi perekonomian nasional. Salah satu solusi untuk menanggulangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil adalah dengan mendirikan pabrik biodiesel dari minyak jarak pagar dan metanol dengan kapasitas 15.000 ton per tahun yang direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan biodiesel dari minyak jarak pagar dan metanol dilakukan dengan proses transesterifikasi dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, *reversible*, eksotermis, *non adiabatic*, isothermal pada suhu umpan 60°C, tekanan 1 atm dan menghasilkan konversi sebesar 72,8047%. Dari kondisi tersebut maka pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis.

Kebutuhan minyak jarak untuk pabrik ini sebanyak 2.671,5471 kg per jam dan kebutuhan metanol sebanyak 574,1185 kg per jam. Produk berupa metil ester (biodiesel) sebanyak 1.893,9394 kg per jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 3.764,0383 liter per jam yang diperoleh dari air sungai Kambaniru, penyediaan *saturated steam* sebesar 2.947,2258 kg per jam, kebutuhan udara tekan sebesar 69,0336 m<sup>3</sup> per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan sebuah *generator set* sebesar 600 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 1,9142 liter per jam. Pabrik ini didirikan di Sumba Barat Daya, Nusa Tenggara Timur dengan luas tanah 15.000 m<sup>2</sup> dan jumlah karyawan 106 orang.

Pabrik biodiesel ini menggunakan modal tetap sebesar Rp.108.850.422.741,57 dan modal kerja sebesar Rp.34.210.262.200,69. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp.42.303.316.551,29 per tahun setelah dipotong pajak 30% keuntungan mencapai Rp.29.612.321.585,91 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 38,86% dan setelah pajak 27,20%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2 tahun dan setelah pajak 2,7 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 46,64%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29,22%, *Discounted Cash Flow* (DCF) terhitung sebesar 47,20%. Dari data analisis kelayakan di atas dapat disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan. Namun masih belum optimal karena masih ada bahan baku yang terbuang, sehingga perlu adanya pengoptimasian lebih lanjut.

## KATA PENGANTAR

*Bissmillahirrahmaanirrohim*

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi Sarjana (S-1). Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dan Metanol Kapasitas 15.000 Ton/Tahun**. Dengan adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi bangsa Indonesia.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada:

1. Bapak, ibu, adik, serta seluruh keluarga tercinta, sebagai investor dan motivator terbesar bagi penyusun. Terima kasih atas do'a, dorongan, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tiada hentinya.
2. Bapak Ir. H. Haryanto AR, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
3. Bapak M. Mujiburohman ST., MT., PhD. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu kepada penulis untuk memberikan bimbingan, bantuan dan arahan selama pengerjaan sampai selesainya tugas akhir ini.

4. Ibu Eni Budiyati, ST., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberi bimbingan, bantuan dan arahan dengan begitu menyenangkan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan, arahan dan ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Laelatul Fauziah, selaku teman seperjuanganku yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Seluruh teman-teman Teknik Kimia UMS, khususnya angkatan 2007 dan 2008. Terima kasih atas canda tawa dan rasa kekeluargaan yang kalian berikan.
8. Almamaterku serta semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penyusun sehingga semuanya bisa berjalan dengan baik, yang semuanya tidak bisa disebut satu persatu.

***“Tak ada gading yang tak retak”*** penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu’alaikum Wr. Wb.*

Surakarta,   Maret 2012

Penyusun

## *MOTTO*

*Hidup akan terus menapak maju dengan atau tanpa restu manusia...*

*Ia berjalan sesuai dengan takdir yang telah Allah tetapkan terjadi padanya...*

*Takdir yang seringkali tak sesuai dengan keinginan hambanya....*

*Di saat hati berkata "INGIN", tapi Allah berkata "TUNGGU"*

*Saat "AIR MATA HARUS MENETES", Allah justru berkata  
"TERSENYUMLAH"*

*Saat segalanya mulai terasa "MENJENUHKAN dan MEMBOSANKAN",  
namun Allah tetap berkata "TERUSLAH MELANGKAH"*

*Seperti itulah kadang takdir berjalan*

*Tapi ketahuilah, kalau saja ada kemampuan mata untuk melihat ujung perjalanan  
waktu yang akan kita alami...*

*Kalau saja kita bisa mengintip dari celah tirai hikmah hidup yang akan kita lalui...*

*Mungkin hati dan lidah akan segera berucap "TERIMA KASIH ATAS  
KETIDAK-NYAMANAN INI, WAHAI RABBKU YANG MAHA  
PENGASIH LAGI MAHA PENYANYANG"...*

*Semoga Allah menjadikan INDAH TAKDIR KITA kelak pada waktunya...*

# PERSEMBAHAN

Bismillah, dengan doa dan segala syukur kepada-Nya, kupersembahkan sebuah karya sederhana ini kepada:

Tuhanku Allah SWT dan junjunganku Nabi Muhammad SAW.  
Tiap hembusan nafasku, tiap detak jantungku, tiap langkah dan pikiranku hanya aku persembahkan padaMu...

Ibu dan ayahku yang amat, sangat aku sayangi...  
Hidupku tak akan berarti tanpa kalian. Terima kasih untuk cinta, kasih sayang, do'a dan pengorbanan yang kalian berikan, yang tak akan bisa terukur dan terbalas dengan apapun, membuatku terus berjuang untuk menjadi orang yang lebih baik...

Adikku Adji, Om Hono, Bulek Atik, Eyang kakung berdua, Om Slamet, maz-mazQ dan seluruh keluarga tercinta... Terima kasih untuk dukungan, nasehat dan doa'anya. Membuatku menjadi tak enak lama-lama luluz...

Seseorang yang telah menjadi anugrah terindah dalam hidupku...  
Terima kasih telah memberikan kenangan yang berharga...

Partnerku, Laelatul Fauziah... Makasih atas kerja samanya dan maaf aku sering tak mengerti kamu. Akhirnya perjuangan kita berakhir. Semoga dengan kesulitan-kesulitan yang telah kita lalui menjadikan kita menjadi sosok yang lebih tegar dan tak mudah putus asa...

Sahabat-sahabatku yang berharga... Romadhoni, Kharis, Tarti, Indri, Elsa dan Diani.. Terima kasih untuk semua motivasi, canda, tawa dan kenyamanannya saat bersama kalian...

Teman-teman seperjuangan Adik, Dwik, Mega, Agus, Henry, Ika, Tesa, Ajeng, Sekha', Dewi, Chandra, Prima, Vifi, Anik dan Arin, atas kebersamaan, bantuannya dan rasa kekeluargaan yang kalian berikan.

Maz Imam, Maz Rahmat, Ike, Lala, Martin, angkatan 2008 yang lain serta semuanya yang peduli ma aku. Terima kasih untuk bantuan, nasehat dan dukungannya.. Dan akhirnya aku bisa buktikan ke kalian, kalau aku bisa lulus.. ^\_^

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>INTISARI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik.....	3
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik .....	6
1.4. Tinjauan Pustaka .....	9
1.4.1. Jarak pagar.....	9
1.4.2. Minyak jarak pagar.....	9
1.4.3. Biodiesel .....	11
1.4.4. Standar mutu biodiesel .....	12
1.4.5. Macam-macam proses .....	12
1.4.6. Kegunaan produk .....	18
1.4.7. Spesifikasi bahan baku, produk dan bahan pembantu.....	18
1.4.8. Tinjauan proses secara umum .....	22
<b>BAB II. DISKRIPSI PROSES</b>	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	23
2.1.1. Spesifikasi bahan baku .....	23
2.1.2. Spesifikasi produk .....	24
2.1.3. Spesifikasi bahan pembantu .....	26
2.2. Konsep Reaksi .....	26



2.2.1. Dasar reaksi .....	26
2.2.2. Kondisi operasi .....	27
2.2.3. Mekanisme reaksi .....	27
2.2.4. Tinjauan kinetika .....	28
2.2.5. Tinjauan termodinamika .....	28
2.2.6. Langkah proses.....	30
2.3. Diagram Alir Proses .....	34
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	37
2.4.1. Diagram alir neraca massa .....	37
2.4.2. Neraca massa komponen di sekitar tiap alat.....	38
2.4.3. Neraca panas komponen di sekitar tiap alat .....	42
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	49
2.5.1. Tata letak pabrik .....	49
2.5.2. Tata letak peralatan.....	53
<b>BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES</b>	
3.1. Spesifikasi Alat Utama .....	56
3.2. Spesifikasi Alat Pendukung .....	60
<b>BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM</b>	
4.1. Unit Pendukung Proses .....	89
4.1.1. Unit penyediaan dan pengolahan air .....	90
4.1.2. Unit penyediaan <i>steam</i> .....	107
4.1.3. Unit penyediaan listrik.....	109
4.1.4. Unit penyediaan bahan bakar.....	111
4.1.5. Unit penyediaan udara tekan .....	113
4.1.6. Unit pengolahan limbah .....	114
4.2. Laboratorium.....	115
4.2.1. Program kerja laboratorium .....	115
4.2.2. Peralatan laboratorium .....	116
4.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	117
<b>BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN</b>	
5.1. Bentuk Perusahaan.....	118

5.2. Struktur Organisasi .....	119
5.3. Tugas dan Wewenang .....	120
5.3.1. Pemegang saham .....	120
5.2.2. Dewan komisaris .....	121
5.2.3. Dewan direksi .....	122
5.2.4. Staf ahli .....	122
5.2.5. Sekretaris .....	122
5.2.6. LITBANG .....	123
5.2.7. Kepala bagian .....	123
5.2.8. Karyawan .....	126
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	127
5.4.1. Karyawan <i>non shift</i> .....	127
5.4.2. Karyawan <i>shift</i> .....	128
5.5. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	129
5.5.1. Penggolongan karyawan .....	129
5.5.1. Penggolongan jabatan .....	129
5.5.1. Jumlah karyawan dan gaji .....	130
5.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	132
5.7. Manajemen Produksi .....	132
5.7.1. Perencanaan produksi .....	133
5.7.2. Pengendalian produksi .....	134

## **BAB VI. ANALISIS EKONOMI**

6.1. Perhitungan Biaya .....	139
6.2. <i>Total Fixed Capital Investment</i> .....	142
6.3. <i>Working Capital</i> .....	142
6.4. <i>Manufacturing Cost</i> .....	143
6.5. <i>General Expense</i> .....	143
6.6. Analisis Ekonomi .....	143

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	149
-----------------------------	-----

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data impor biodiesel di Indonesia.....	4
Tabel 1.2. Data pabrik penghasil biodiesel dari minyak jarak di Indonesia.....	5
Tabel 1.3. Spesifikasi antara minyak jarak dengan minyak diesel .....	10
Tabel 1.4. Spesifikasi biodiesel Standar Nasional Indonesia.....	12
Tabel 1.5. Perbandingan proses esterifikasi dan transesterifikasi .....	17
Tabel 2.1. Harga $\Delta H_f^o$ untuk beberapa komponen.....	28
Tabel 2.2. Harga $\Delta G_f^o$ untuk beberapa komponen.....	29
Tabel 2.3. Arus neraca massa tiap komponen.....	37
Tabel 2.5. Neraca massa di sekitar mixer (M-01).....	38
Tabel 2.5. Neraca massa di sekitar reaktor (R-01).....	38
Tabel 2.6. Neraca massa di sekitar dekanter (H-1.1).....	39
Tabel 2.7. Neraca massa tangki pencuci (H-2.1).....	39
Tabel 2.8. Neraca massa di sekitar <i>flash drum</i> (D1.1).....	40
Tabel 2.9. Neraca massa di sekitar menara distilasi (D-2.1).....	40
Tabel 2.10. Neraca massa total ( <i>overall</i> ).....	41
Tabel 2.11. Neraca panas di sekitar mixer (M-01) .....	42
Tabel 2.12. Neraca panas di sekitar <i>heat exchanger 1</i> (E-1.1) .....	42
Tabel 2.13. Neraca panas di sekitar <i>heat exchanger 2</i> (E-1.2) .....	43
Tabel 2.14. Neraca panas di sekitar reaktor (R-01).....	43
Tabel 2.15. Neraca panas di sekitar dekanter (H-1.1).....	44
Tabel 2.16. Neraca panas di sekitar <i>heat exchanger 3</i> (E-1.3).....	44
Tabel 2.17. Neraca panas di sekitar tangki pencuci (H-1.1).....	45
Tabel 2.18. Neraca panas di sekitar <i>heat exchanger 4</i> (E-1.4).....	45
Tabel 2.19. Neraca panas di sekitar <i>flash drum</i> (D-1.1).....	46
Tabel 2.20. Neraca panas di sekitar <i>cooler 1</i> (E-2.1).....	46
Tabel 2.21. Neraca panas di sekitar <i>cooler 2</i> (E-2.2).....	47
Tabel 2.22. Neraca panas di sekitar <i>collecting tank</i> (T-1.3).....	47
Tabel 2.23. Neraca panas di sekitar <i>menara destilasi</i> (D-2.1).....	48

Tabel 2.24. Neraca panas di sekitar <i>cooler 3</i> (E-2.3).....	48
Tabel 2.25. Neraca panas total ( <i>overall</i> ) .....	49
Tabel 2.26. Perincian luas tanah bangunan pabrik.....	51
Tabel 4.1. Daftar kebutuhan air untuk proses.....	104
Tabel 4.2. Daftar kebutuhan air pendingin.....	105
Tabel 4.3. Daftar kebutuhan air untuk <i>steam</i> .....	106
Tabel 4.4. Daftar kebutuhan <i>steam</i> .....	108
Tabel 4.5. Daftar kebutuhan listrik untuk keperluan proses.....	110
Tabel 4.6. Daftar kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas.....	110
Tabel 5.1. Sistem pembagian kerja karyawan <i>shift</i> .....	128
Tabel 5.2. Penggolongan jabatan dalam suatu perusahaan.....	129
Tabel 5.3. Jumlah karyawan sesuai dengan jabatannya dan gaji.....	130
Tabel 5.4. Perincian golongan karyawan .....	131
Tabel 5.5. Pembagian karyawan proses tiap <i>shift</i> .....	131
Tabel 6.1. <i>Cost index chemical plant</i> .....	137
Tabel 6.2. <i>Total fixed capital investment</i> .....	142
Tabel 6.3. <i>Working capital</i> .....	142
Tabel 6.4. <i>Manufacturing cost</i> .....	143
Tabel 6.5. <i>General Expenses</i> .....	143
Tabel 6.6. Harga penjualan produk/ <i>Sales</i> ( <i>Sa</i> ) .....	146
Tabel 6.7. <i>Fixed cost</i> ( <i>Fa</i> ).....	146
Tabel 6.8. <i>Variabel cost</i> ( <i>Va</i> ).....	146
Tabel 6.9. <i>Regulated cost</i> ( <i>Ra</i> ).....	146

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta pulau Sumba NTT.....	6
Gambar 1.2. Struktur kimia minyak jarak pagar.....	10
Gambar 1.3. Diagram alir proses produksi biodiesel.....	22
Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif.....	35
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif.....	36
Gambar 2.3. Diagram neraca massa.....	37
Gambar 2.4. Tata letak pabrik.....	52
Gambar 2.5. Tata letak peralatan.....	55
Gambar 4.1. Unit pengolahan air sungai.....	117
Gambar 5.1. Struktur organisasi perusahaan.....	135
Gambar 6.1. Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i> .....	138
Gambar 6.2. Grafik analisis ekonomi.....	148